

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-089985

(43)Date of publication of application : 27.03.2002

(51)Int.Cl.

F25B 9/14
F02G 1/053

(21)Application number : 2000-279192 (71)Applicant : SHARP CORP

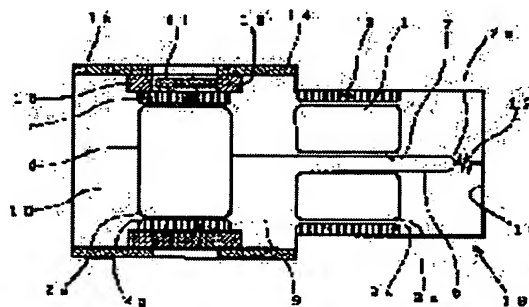
(22)Date of filing : 14.09.2000 (72)Inventor : SANEMASA NAOKI

(54) STRUCTURE OF SLIDING SECTION AND STRUCTURE OF SLIDING SECTION FOR STIRLING ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate assembling, reduce an output loss, permit the restriction of damage on the surface of a sliding section, provide a stabilized high performance, realize the elongation of a life and, further, eliminate the gas bearing pad or the orifice of the sliding section, simplify the parts, and reduce the cost as well as the input of an external power, in the structure of sliding section for Stirling engine or the like.

SOLUTION: The configurations 2a of end parts of sectional surfaces of sliding parts or parts engaged with the sliding parts are provided with a curvature while the configurations 2a of ends of sectional surfaces of a piston 1, a piston side cylinder 3, a displacer 4, a displacer side cylinder 5, a displacer rod 6 and a piston hole 7 are provided respectively with the same curvature.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

BEST AVAILABLE COPY

application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Sliding section structure characterized by the cross-section end shape of the components which fit into a moving part or a moving part having curvature in a fitting side in sliding section structures, such as the Stirling engine.

[Claim 2] Sliding section structure according to claim 1 characterized by said moving part being a piston.

[Claim 3] Sliding section structure according to claim 1 characterized by the components which fit into said moving part being cylinders.

[Claim 4] Sliding section structure according to claim 1 where a cross-section end shape with the components which fit into said moving part and said moving part is characterized by having the same curvature in a fitting side.

[Claim 5] The displacer which reciprocates the inside of a displacer side cylinder while driving the inside of a piston side cylinder by work of the working medium which compresses and expands by motion of the reciprocating piston and said piston, The displacer rod which penetrates the hole formed in said piston while being fixed to said displacer, An opposite-with said piston of said displacer side compression space to the opposite side between a preparation, and said displacer and said piston expansion space In the Stirling engine sealed and formed so that an opposite-with said displacer of said piston side might have tooth-back space in the opposite side Said piston, said piston side cylinder, said displacer, said displacer side cylinder, said displacer rod, the Stirling engine characterized by at least one cross-section end shape having curvature in a fitting side among said piston holes.

[Claim 6] The Stirling engine according to claim 5 characterized by a cross-section end shape having the same curvature in a fitting side in the pair of said piston and said piston side cylinder, the pair of said displacer and said displacer side cylinder, and the pair of a pair of either of said displacer rods and said piston holes.

[Claim 7] Said piston, said piston side cylinder, said displacer, said displacer side cylinder, said displacer rod, the Stirling engine according to claim 5 characterized by the cross-section end shape of the gas bearing pad prepared in at least one of said piston holes having curvature.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to sliding section structure and the Stirling engine's sliding section structure.

[0002]

[Description of the Prior Art] The cross-sectional view of the conventional free-piston mold Stirling refrigerator is shown in drawing 12. Free-piston mold Stirling refrigerator 19 By arranging a piston 1 and a displacer 4 in each space of the piston side cylinder 3 which has cylinder-like space inside, and the displacer side cylinder 5 While forming a regenerator 11 between the compression space 9 and the expansion space 10 which were formed in said space, constituting a closed space and filling up the building envelope of free-piston mold Stirling refrigerator 19 with working medium, such as gaseous helium A piston 1 is made to reciprocate to shaft orientations with external power, such as a linear motor (un-illustrating).

[0003] The reciprocating motion of a piston 1 makes a displacer 4 produce the reciprocating motion of periodic shaft orientations by flow rate change of the gas which passes a regenerator 11 while bringing periodic pressure variation to the working medium enclosed with actuation space (the compression space 9 and expansion space 10). With the spring 12 connected between the other ends of the displacer rod 6 and the cylinder internal surfaces 18 which penetrate a piston 1, a displacer 4 maintains phase contrast predetermined with a piston 1 and this period, and reciprocates the inside of the displacer side cylinder 5 to shaft orientations while being fixed to the end of the displacer rod 6. When a displacer 4 and a piston 1 maintain suitable phase contrast and reciprocate, the working medium enclosed with said actuation space constitutes a known thermodynamic cycle as a reverse Stirling cycle, and generates cold energy mainly to the expansion space 10.

[0004] Below, the principle is explained briefly. In case it moves to the expansion space 10 via a regenerator 11, reception precooling of the working medium in the compression space 9 compressed by the piston 1 is carried out in the cold energy which the regenerator 11 was storing before the half cycle. At this time, heat is mainly emitted outside through the elevated-temperature side heat exchanger 13 and a radiator 14. If a great portion of working medium flows into the expansion space 10, expansion will start, and working medium goes into the compression space 9, emitting cold energy to a regenerator 11 by the reverse order. At this time, heat is mainly taken from the exterior through the low temperature side heat exchanger 15 and a heat sink 16, and the exterior is cooled. Then, if a great portion of working medium returns to the compression space 9, compression will start again and it will shift to the following cycle. Very low temperature cold energy can be obtained by repeating the above cycles continuously.

[0005] Next, sliding section structures, such as the conventional Stirling engine, are explained.

Drawing 13 is the cross-sectional view of the conventional piston. Cross-section end-shape 2b of a piston 1 is right-angled. Drawing 14 is the cross-sectional view of other conventional pistons. Cross-section end-shape 2c of a piston 1 is beveled. In addition, it is right-angled similarly about a piston side cylinder [which are the components which fit into other moving parts or moving parts], and displacer side, and displacer side cylinder, a displacer rod, and the cross-section end shape of the piston bore section, or has beveled.

[0006] Moreover, a gas bearing, i.e., gas bearing, may be used for the fitting sections, such as a

piston, a piston side cylinder, a displacer and a displacer side cylinder, and a displacer rod and a piston hole. The cross-sectional view of the piston side cylinder which prepared a conventional piston and a conventional gas bearing pad in drawing 15 $R > 5$ is shown. Cross-section end-shape 2b of gas bearing pad 8b prepared in the piston side cylinder 3 is right-angled. In addition, cross-section end-shape 2b may bevel like cross-section end-shape 2c of the piston 1 of drawing 14.

[0007] And by forming an orifice 17 in the interior of gas bearing pad 8b, and supplying gas towards a piston 1 from an orifice 17, the surfacing force arises at a piston 1 and, as a result, a piston 1 and the piston side cylinder 3 will be in a non-contact condition or a light load condition. Since the frictional force by contact in a piston 1 and the piston side cylinder 3 is lost or it becomes small by that cause in case a piston 1 slides, the input loss fall of external power, such as a linear motor, the improvement in an output, etc. are attained. This can take the same structure also in the combination of a displacer 4, the displacer side cylinder 5 and the displacer rod 6, and the piston hole 7.

[0008] Thus, in a free-piston mold Sterling refrigerator, when making it a load not applied to the sliding section, an input loss fall and the improvement in an output are attained, and the endurance of the sliding section, i.e., the life of a refrigerator, improves.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the sliding section can be operated with non-contact or a light load according to effectiveness, such as gas bearing, with the components structure of the conventional sliding section mentioned above at the time of stable operation When a horizontal load arises [each part article] working to the time of initiation of operation, the case where an inclination arises in each moving part according to disturbance etc., or the sliding direction and a sliding part contacts suddenly A great quantity of loads are applied especially to an end of part, it has a bad influence on a situation of operation, and the problem of an increment, i.e., the performance degradation, of a loss occurs. In addition to it, a serious damage is given to a sliding section front face, and a blemish and wear powder are generated. Moreover, when thin film surface treatment, such as plating and coating, is used for the sliding section, they exfoliate, and the life of a refrigerator falls.

[0010] Furthermore, in components shaping, in order that it may be easy to generate weld flash in an end of part and an end of part may rise with surface tension etc. in thin film surface treatment (plating, a resin coat, a PVD coat, CVD coat, etc.), an end of part becomes the configuration which is further easy to carry out stress concentration.

[0011] Moreover, the path clearance of the fitting section of the sliding section is sometimes as small as about dozens of micrometers with the specification of a product. In this case, fitting location ***** at the time of an assembly is difficult, and there is a problem which damages especially each part article edge.

[0012] In view of the above-mentioned trouble, it is easy to assemble this invention, and it aims at offering the sliding section structure of realizing reinforcement, and the Stirling engine's sliding section structure while an output loss is small, can control the damage to a sliding section front face, is stabilized and has the high engine performance. Furthermore, this invention loses a gas bearing pad and an orifice, makes simplification of components, and cost reduction possible, consequently since the gas supply from an orifice becomes unnecessary and the input of external power can be made small, it aims at the improvement in the engine performance as a product offer sliding section structure and the Stirling engine sliding section structure.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, with the sliding section structure concerning this invention, and the Stirling engine's sliding section structure, 1st invention is characterized by the cross-section end shape of the components which fit into a moving part or a moving part having curvature in a fitting side in sliding section structures, such as the Stirling engine.

[0014] 2nd invention is characterized by said moving part being a piston.

[0015] 3rd invention is characterized by the components which fit into said moving part being cylinders.

[0016] 4th invention is characterized by a cross-section end shape with the components which fit into said moving part and said moving part having the same curvature in a fitting side.

[0017] The piston at which the 5th invention reciprocates the inside of a piston side cylinder, The displacer which reciprocates the inside of a displacer side cylinder while driving by work of the working medium which compresses and expands by motion of said piston, The displacer rod which penetrates the hole formed in said piston while being fixed to said displacer, An opposite-with said piston of said displacer side compression space to the opposite side between a preparation, and said displacer and said piston expansion space In the Stirling engine sealed and formed so that an opposite-with said displacer of said piston side might have tooth-back space in the opposite side At least one cross-section end shape is characterized by having curvature in a fitting side among said piston, said piston side cylinder, said displacer, said displacer side cylinder, said displacer rod, and said piston hole.

[0018] 6th invention is characterized by a cross-section end shape having the same curvature in a fitting side in the pair of said piston and said piston side cylinder, the pair of said displacer and said displacer side cylinder, and the pair of a pair of either of said displacer rods and said piston holes.

[0019] 7th invention is characterized by the cross-section end shape of said piston, said piston side cylinder, said displacer, said displacer side cylinder, said displacer rod, and the gas bearing pad prepared in at least one of said piston holes having curvature.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, the sign conventionally same about elegance and the components of a common application is attached, and the detailed explanation is omitted.

[0021] << -- 1st operation gestalt>> -- drawing 1 is the piston of the 1st operation gestalt, and the cross-sectional view of a piston side cylinder. As for the piston 1 arranged in the interior of the piston side cylinder 3, cross-section end-shape 2a has curvature.

[0022] << -- 2nd operation gestalt>> -- drawing 2 is the piston of the 2nd operation gestalt, and the cross-sectional view of a piston side cylinder. As for the piston side cylinder 3 which arranged the piston 1, cross-section end-shape 2a has curvature in the fitting side.

[0023] << -- 3rd operation gestalt>> -- drawing 3 is the piston of the 3rd operation gestalt, and the cross-sectional view of a piston side cylinder. As for the piston 1 and the piston side cylinder 3, cross-section end-shape 2a has the same curvature in the fitting side.

[0024] << -- 4th operation gestalt>> -- drawing 4 is the displacer of the 4th operation gestalt, a displacer rod, and the cross-sectional view of a displacer side cylinder. As for the displacer 4 arranged in the interior of the displacer side cylinder 5, cross-section end-shape 2a has curvature.

[0025] << -- 5th operation gestalt>> -- drawing 5 is the displacer of the 5th operation gestalt, a displacer rod, and the cross-sectional view of a displacer side cylinder. As for the displacer side cylinder 5 which arranged the displacer 4, cross-section end-shape 2a has curvature in the fitting side.

[0026] << -- 6th operation gestalt>> -- drawing 6 is the displacer of the 6th operation gestalt, a displacer rod, and the cross-sectional view of a displacer side cylinder. As for the displacer 4 and the displacer side cylinder 5, cross-section end-shape 2a has the same curvature in the fitting side.

[0027] << -- 7th operation gestalt>> -- drawing 7 is the displacer of the 7th operation gestalt, a displacer rod, and the cross-sectional view of a piston. A displacer 4 is fixed to the end of the displacer rod 6, and, as for the other end of the displacer rod 6 which penetrates the piston hole 7, cross-section end-shape 2a has curvature.

[0028] << -- 8th operation gestalt>> -- drawing 8 is the displacer of the 8th operation gestalt, a displacer rod, and the cross-sectional view of a piston. A displacer 4 is fixed to the end of the displacer rod 6, and, as for the piston hole 7 which the displacer rod 6 penetrates, cross-section end-shape 2a has curvature.

[0029] << -- 9th operation gestalt>> -- drawing 9 is the displacer of the 9th operation gestalt, a displacer rod, and the cross-sectional view of a piston. A displacer 4 is fixed to the end of the displacer rod 6, and, as for the other end of the displacer rod 6 which penetrates the piston hole 7 and the piston hole 7, cross-section end-shape 2a has the same curvature.

[0030] the 1- in the 9th operation gestalt, the cross-section end shape with the curvature of the components which fit into each moving part or a moving part is formed in one side or both sides by the sliding range or the approach of assembling. That is, what is necessary is just to prepare

curvature in the edge of the components which fit into the moving part or moving part which contacts at the time of sliding and an assembly. In addition, when preparing curvature in the both sides edge of a moving part, the stress concentration to the edge at the time of operation is further eased by making them into the same curvature.

[0031] << -- 10th operation gestalt>> -- drawing 10 is the 10th operation gestalt and is the cross-sectional view of the free-piston mold Sterling refrigerator equipped with the 3rd, 6th, and 9th operation gestalt. Cross-section end-shape 2a of a piston 1, the piston side cylinder 3, a displacer 4 and the displacer side cylinder 5, and the displacer rod 6 and the piston hole 7 which fits in has this curvature, respectively. Other bills of materials are the same as that of the conventional article of drawing 12. this operation gestalt -- the 1- since the 9th operation gestalt is combined, the stability at the time of operation is most excellent, and the input of external power is also suppressed to the minimum.

[0032] << -- 11th operation gestalt>> -- drawing 11 is the cross-sectional view of the gas bearing pad of the 11th operation gestalt. Cross-section end-shape 2 of gas bearing pad 8a has a curvature. In addition, if the formation location of gas bearing pad 8a is the sliding surface of the components which fit into a moving part or a moving part, there will be especially no limitation.

[0033] in addition, the 1- since the components which fit into the 11th each moving part or moving part of an operation gestalt have the same partial structure as elegance conventionally, it is almost same with the components which fit into a conventional moving part or a conventional moving part as gas-compression capacity. However, in this invention, by preparing curvature in the edge of the components which fit into a moving part or a moving part, the stress concentration to the edge by the disturbance which was a problem conventionally was eased, the input loss fall of reinforcement and external power was realized, and sliding section structure excellent in assembly nature is realized further.

[0034]

[Effect of the Invention] According to this invention, the cross-section end shape of the components which fit into a moving part or a moving part doubles and becomes easy to assemble a fitting location by having curvature in the fitting side, without damaging each part article edge at the time of an assembly, even when the path clearance of the fitting section is small. Furthermore, reinforcement is realized, while being stabilized and having the high engine performance, since the stress concentration to the end of part which fits into the sliding end of part or moving part by disturbance can be eased.

[0035] And generating of weld flash and climax of surface treatment material can be prevented by weld flash's occurring, if the edge of the components which fit into each moving part or a moving part is used as a right angle, and preparing curvature, although an end of part will rise with surface tension etc. when thin film surface treatment is performed if it is made a right angle or beveling processing. Consequently, mitigation of an output loss and the damage to a sliding section front face can be controlled.

[0036] Moreover, according to this invention, the cross-section edge of the components which fit into the moving part or moving part which an edge contacts mutually at the time of sliding has the same curvature. Therefore, since stress can be equally distributed at the edge of both components working when an inclination arises in a moving part according to disturbance etc., the time of initiation of operation, and, mitigation of an output loss and the damage to a sliding section front face can be controlled.

[0037] Moreover, according to this invention, when the cross-section edge of the components which fit into a moving part or a moving part has curvature in the fitting side, working medium becomes easy to flow into the path clearance of the fitting section at the time of working medium compression, and the effectiveness of gas bearing is acquired. Consequently, a gas bearing pad and an orifice can be lost and simplification of components and cost reduction become possible. Furthermore, since the input of external power can be made small, it also becomes the improvement in the engine performance as a product, because the gas supply from an orifice becomes unnecessary.

[Translation done.]

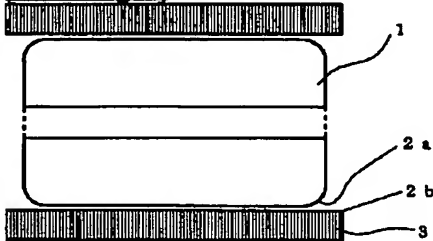
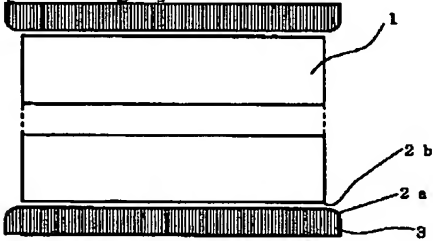
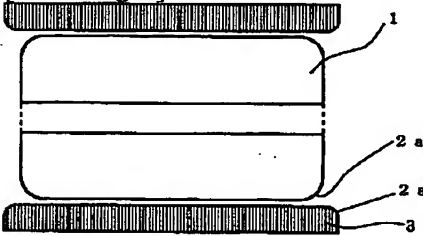
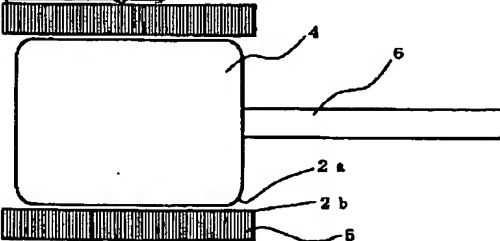
THIS PAGE BLANK (USPTO)

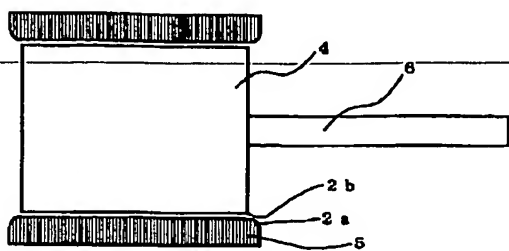
*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

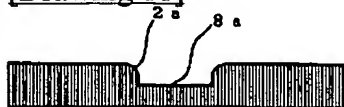
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

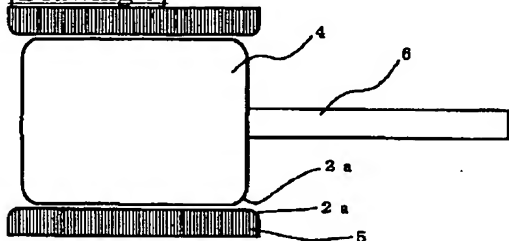
[Drawing 1]**[Drawing 2]****[Drawing 3]****[Drawing 4]****[Drawing 5]**



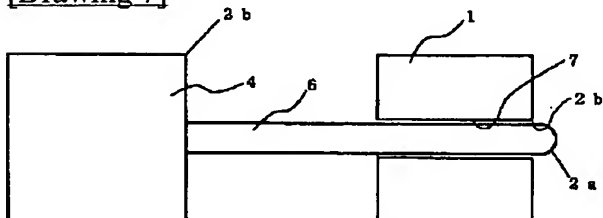
[Drawing 11]



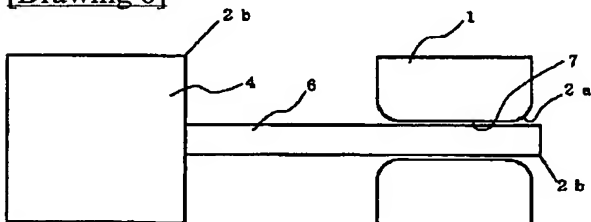
[Drawing 6]



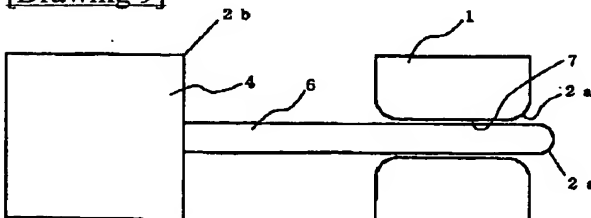
[Drawing 7]



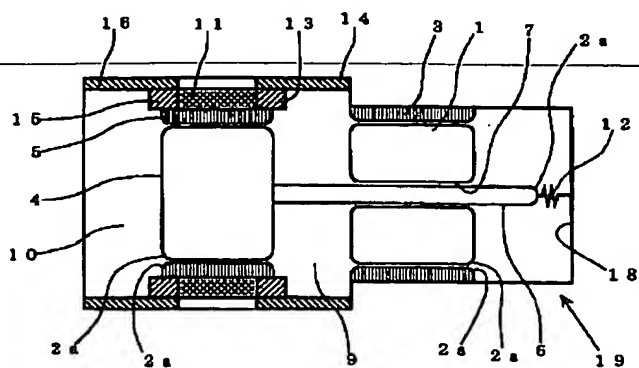
[Drawing 8]



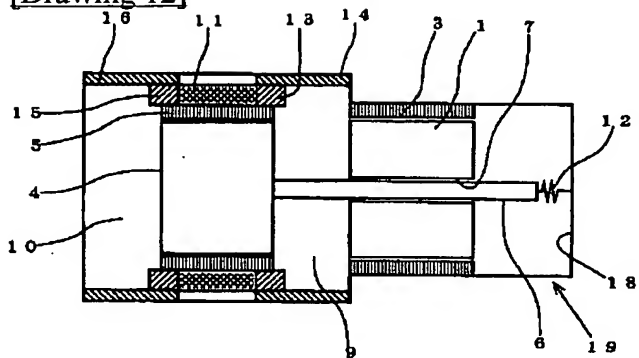
[Drawing 9]



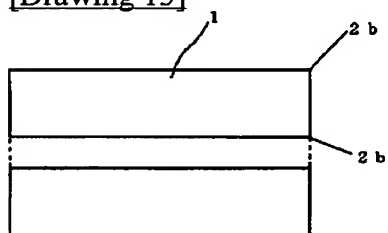
[Drawing 10]



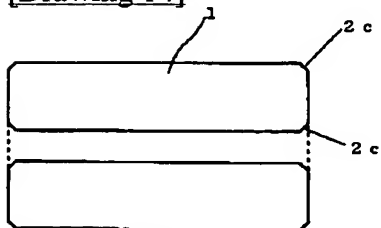
[Drawing 12]



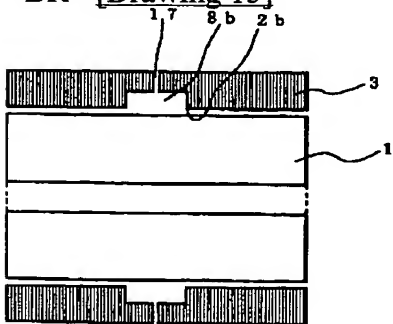
[Drawing 13]



[Drawing 14]



 [Drawing 15]



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-089985
 (43)Date of publication of application : 27.03.2002

(51)Int.Cl. F25B 9/14
 F02G 1/053

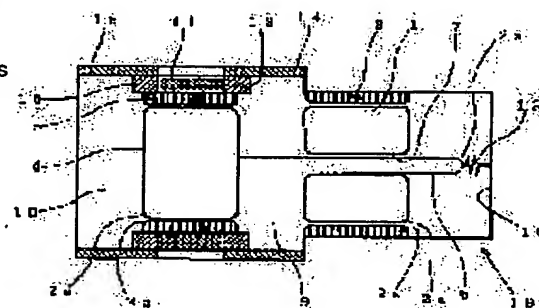
(21)Application number : 2000-279192 (71)Applicant : SHARP CORP
 (22)Date of filing : 14.09.2000 (72)Inventor : SANEMASA NAOKI

(54) STRUCTURE OF SLIDING SECTION AND STRUCTURE OF SLIDING SECTION FOR STIRLING ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate assembling, reduce an output loss, permit the restriction of damage on the surface of a sliding section, provide a stabilized high performance, realize the elongation of a life and, further, eliminate the gas bearing pad or the orifice of the sliding section, simplify the parts, and reduce the cost as well as the input of an external power, in the structure of sliding section for Stirling engine or the like.

SOLUTION: The configurations 2a of end parts of sectional surfaces of sliding parts or parts engaged with the sliding parts are provided with a curvature while the configurations 2a of ends of sectional surfaces of a piston 1, a piston side cylinder 3, a displacer 4, a displacer side cylinder 5, a displacer rod 6 and a piston hole 7 are provided respectively with the same curvature.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-89985

(P2002-89985A)

(43)公開日 平成14年3月27日(2002.3.27)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
F 2 5 B 9/14	5 1 0	F 2 5 B 9/14	5 1 0 B
	5 2 0		5 2 0 Z
F 0 2 G 1/053		F 0 2 G 1/053	A
			C

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-279192(P2000-279192)

(22)出願日 平成12年9月14日(2000.9.14)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区长池町22番22号

(72)発明者 實政 直樹

大阪府大阪市阿倍野区长池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(74)代理人 100085501

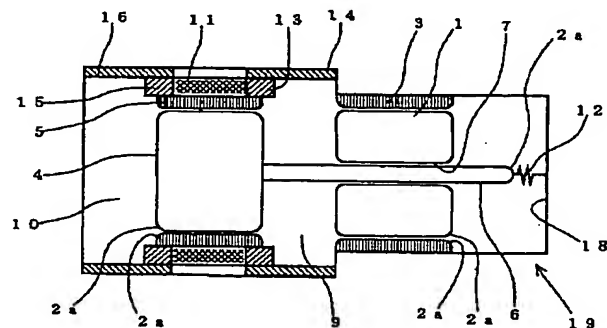
弁理士 佐野 静夫

(54)【発明の名称】 摺動部構造及びスターリング機関の摺動部構造

(57)【要約】

【課題】 スターリング機関等の摺動部構造において、組み立て易く、出力ロスが小さく、摺動部表面への損傷を抑制でき、安定して高い性能を有するとともに、長寿命化を実現させる。さらに、摺動部のガスベアリングパッドやオリフィスを無くし、部品の簡易化、コスト削減、外部動力の入力低下を行う。

【解決手段】 摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品の横断面端部形状2aが曲率を有しており、ピストン1とピストン側シリンダ3、ディスプレイサ4とディスプレイサ側シリンダ5、ディスプレイサロッド6とピストン穴7の横断面端部形状2aがそれぞれ同一曲率を有していることを特徴とする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 スターリング機関等の摺動部構造において、摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品の横断面端部形状が、嵌合側において曲率を有することを特徴とする摺動部構造。

【請求項2】 前記摺動部品がピストンであることを特徴とする請求項1記載の摺動部構造。

【請求項3】 前記摺動部品に嵌合する部品がシリンダであることを特徴とする請求項1記載の摺動部構造。

【請求項4】 前記摺動部品と前記摺動部品に嵌合する部品との横断面端部形状が、嵌合側において同一曲率を有することを特徴とする請求項1記載の摺動部構造。

【請求項5】 ピストン側シリンダの内側を往復運動するピストンと、前記ピストンの動きによって圧縮・膨張する作動ガスの働きにより駆動されるとともにディスプレイ側シリンダの内側を往復運動するディスプレイサと、前記ディスプレイサに固定されるとともに前記ピストンに形成した穴を貫通するディスプレイサロッドと、を備え、前記ディスプレイサと前記ピストンとの間に圧縮空間を、前記ディスプレイサの前記ピストンとの対向側とは反対側に膨張空間を、前記ピストンの前記ディスプレイサとの対向側とは反対側に背面空間を有するように密閉して形成されたスターリング機関において、前記ピストン、前記ピストン側シリンダ、前記ディスプレイサ、前記ディスプレイサ側シリンダ、前記ディスプレイサロッド、前記ピストン穴のうち少なくとも1つの横断面端部形状が、嵌合側において曲率を有することを特徴とするスターリング機関。

【請求項6】 前記ピストンと前記ピストン側シリンダの対、前記ディスプレイサと前記ディスプレイサ側シリンダの対、前記ディスプレイサロッドと前記ピストン穴の対のいずれかの対において、横断面端部形状が嵌合側において同一曲率を有することを特徴とする請求項5記載のスターリング機関。

【請求項7】 前記ピストン、前記ピストン側シリンダ、前記ディスプレイサ、前記ディスプレイサ側シリンダ、前記ディスプレイサロッド、前記ピストン穴のうち少なくとも1つに設けたガスベアリングパッドの横断面端部形状が曲率を有することを特徴とする請求項5記載のスターリング機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、摺動部構造及びスターリング機関の摺動部構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来のフリーピストン型スターリング冷凍機の横断面図を図12に示す。フリーピストン型スターリング冷凍機19は、内部に円筒状の空間を有するピストン側シリンダ3、ディスプレイサ側シリンダ5のそれぞれの空間内にピストン1、ディスプレイサ4を配設

2

することにより、前記空間内に形成された圧縮空間9と膨張空間10との間に再生器11を設けて閉空間を構成し、フリーピストン型スターリング冷凍機19の内部空間をヘリウムガス等の作動ガスで充填するとともに、ピストン1をリニアモータ（不図示）等の外部動力によって軸方向に往復運動させる。

【0003】ピストン1の往復運動は作動空間（圧縮空間9及び膨張空間10）に封入された作動ガスに周期的な圧力変化をもたらすとともに、再生器11を通過するガスの流量変化によりディスプレイサ4に周期的な軸方向の往復運動を生じさせる。ディスプレイサ4はディスプレイサロッド6の一端に固定されるとともに、ピストン1を貫通するディスプレイサロッド6の他端とシリンダ内壁面18との間に接続されたスプリング12により、ピストン1と同周期で所定の位相差を保って、ディスプレイサ側シリンダ5内を軸方向に往復運動する。ディスプレイサ4及びピストン1が適当な位相差を保って往復運動するとき、前記作動空間に封入された作動ガスは、逆スターリングサイクルとして既知の熱力学的サイクルを構成し、主として、膨張空間10に冷熱を発生する。

【0004】以下に、その原理について簡単に説明する。ピストン1により圧縮された圧縮空間9内の作動ガスは、再生器11を経由して膨張空間10へ移動する際に、再生器11が半サイクル前に蓄えていた冷熱を受け取り予冷される。このとき、主に高温側熱交換器13、放熱器14を介して外部に熱を放出する。大部分の作動ガスが膨張空間10に流入すると膨張が始まり、作動ガスは逆の順序で再生器11に冷熱を放出しながら圧縮空間9に入る。このとき、主に低温側熱交換器15、吸熱器16を介して外部から熱を奪い外部を冷却する。そうして、大部分の作動ガスが圧縮空間9に戻ると再び圧縮が始まり、次のサイクルに移行する。以上のようなサイクルが連続的に繰り返されることにより極低温の冷熱を得ることができる。

【0005】次に、従来のスターリング機関等の摺動部構造について説明する。図13は従来のピストンの横断面図である。ピストン1の横断面端部形状2bは直角である。図14は従来の他のピストンの横断面図である。ピストン1の横断面端部形状2cは面取りを施してある。なお、他の摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品であるピストン側シリンダ、ディスプレイサ、ディスプレイサ側シリンダ、ディスプレイサロッド、及びピストン内径部の横断面端部形状についても同様に直角であるか、又は面取りを施してある。

【0006】また、ピストンとピストン側シリンダ、ディスプレイサとディスプレイサ側シリンダ、ディスプレイサロッドとピストン穴といった嵌合部には、気体軸受け、すなわちガスベアリングを用いることがある。図15に従来のピストンとガスベアリングパッドを設けたピ

ストン側シリンダの横断面図を示す。ピストン側シリンダ3に設けられたガスベアリングパッド8bの横断面端部形状2bは直角である。なお、横断面端部形状2bは図14のピストン1の横断面端部形状2cと同様に面取りを施す場合もある。

【0007】そして、ガスベアリングパッド8bの内部にオリフィス17を形成し、オリフィス17からピストン1に向けてガスを供給することにより、ピストン1に浮上力が生じ、その結果ピストン1とピストン側シリンダ3とが非接触状態、又は軽負荷状態になる。それにより、ピストン1が摺動する際、ピストン1とピストン側シリンダ3との接触による摩擦力が無くなるか、又は小さくなるので、リニアモータ等の外部動力の入力ロス低下、出力向上等が可能となる。これは、ディスプレイサ4とディスプレイサ側シリンダ5、ディスプレイサロッド6とピストン穴7の組み合わせにおいても同様の構造を取ることができる。

【0008】このように、フリーピストン型スターリング冷凍機では摺動部に負荷がかからないようにすることにより、入力ロス低下、出力向上が可能となり、また摺動部の耐久性すなわち冷凍機の寿命が向上する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の摺動部の部品構造では、安定運転時にはガスベアリング等の効果により摺動部を非接触、又は軽負荷にて運転することができるが、各部品が動作開始時や動作中に、外乱などにより各摺動部品に傾きが生じた場合や摺動方向に対して横負荷が生じた場合など、摺動部分が突発的に接触したときは、特に部品端部に多大な負荷がかかり、動作状況に悪影響を及ぼし、ロスの増加すなわち性能の低下といった問題が発生する。それに加え、摺動部表面に大きなダメージを与え、傷や摩耗粉が発生する。また、摺動部にメッキ、コーティング等の薄膜表面処理を用いている場合にはそれらが剥離し、冷凍機の寿命が低下する。

【0010】さらに、部品成形においては、部品端部にバリが発生しやすく、また、薄膜表面処理（メッキ、樹脂コート、PVDコート、CVDコート等）においては、表面張力等により部品端部は盛り上がるため、部品端部はさらに応力集中しやすい形状になる。

【0011】また、製品の仕様により摺動部の嵌合部のクリアランスが数十 μm 程度と小さいことがある。この場合、組み立て時の嵌合位置あわせが困難であり、特に各部品端部を損傷する問題がある。

【0012】本発明は、上記の問題点を鑑み、組み立て易く、出力ロスが小さく、摺動部表面への損傷を抑制でき、安定して高い性能を有するとともに、長寿命化を実現させる摺動部構造及びスターリング機関の摺動部構造を提供することを目的とする。さらに、本発明は、ガスベアリングパッドやオリフィスを無くし、部品の簡易

化、コスト削減を可能とし、その結果、オリフィスからのガス供給が不要となり、外部動力の入力を小さくできるため、製品としての性能向上ともなる摺動部構造及びスターリング機関の摺動部構造を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る摺動部構造及びスターリング機関の摺動部構造では、第1の発明は、スターリング機関等の摺動部構造において、摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品の横断面端部形状が、嵌合側において曲率を有することを特徴とするものである。

【0014】第2の発明は、前記摺動部品がピストンであることを特徴とするものである。

【0015】第3の発明は、前記摺動部品に嵌合する部品がシリンダであることを特徴とするものである。

【0016】第4の発明は、前記摺動部品と前記摺動部品に嵌合する部品との横断面端部形状が、嵌合側において同一曲率を有することを特徴とするものである。

【0017】第5の発明は、ピストン側シリンダの内側を往復運動するピストンと、前記ピストンの動きによって圧縮・膨張する作動ガスの動きにより駆動されるとともにディスプレイサ側シリンダの内側を往復運動するディスプレイサと、前記ディスプレイサに固定されるとともに前記ピストンに形成した穴を貫通するディスプレイサロッドと、を備え、前記ディスプレイサと前記ピストンとの間に圧縮空間を、前記ディスプレイサの前記ピストンとの対向側とは反対側に膨張空間を、前記ピストンの前記ディスプレイサとの対向側とは反対側に背面空間を有するように密閉して形成されたスターリング機関において、前記ピストン、前記ピストン側シリンダ、前記ディスプレイサ、前記ディスプレイサ側シリンダ、前記ディスプレイサロッド、前記ピストン穴のうち少なくとも1つの横断面端部形状が、嵌合側において曲率を有することを特徴とするものである。

【0018】第6の発明は、前記ピストンと前記ピストン側シリンダの対、前記ディスプレイサと前記ディスプレイサ側シリンダの対、前記ディスプレイサロッドと前記ピストン穴の対のいずれかの対において、横断面端部形状が嵌合側において同一曲率を有することを特徴とするものである。

【0019】第7の発明は、前記ピストン、前記ピストン側シリンダ、前記ディスプレイサ、前記ディスプレイサ側シリンダ、前記ディスプレイサロッド、前記ピストン穴のうち少なくとも1つに設けたガスベアリングパッドの横断面端部形状が曲率を有することを特徴とするものである。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、従来品と共通用途の部

品については同じ符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0021】《第1の実施形態》図1は第1の実施形態のピストンとピストン側シリンダの横断面図である。ピストン側シリンダ3の内部に配設されたピストン1は、横断面端部形状2aが曲率を有している。

【0022】《第2の実施形態》図2は第2の実施形態のピストンとピストン側シリンダの横断面図である。ピストン1を配設したピストン側シリンダ3は、横断面端部形状2aが嵌合側において曲率を有している。

【0023】《第3の実施形態》図3は第3の実施形態のピストンとピストン側シリンダの横断面図である。ピストン1とピストン側シリンダ3は、横断面端部形状2aが嵌合側において同一曲率を有している。

【0024】《第4の実施形態》図4は第4の実施形態のディスプレイサとディスプレイサロッドとディスプレイサ側シリンダの横断面図である。ディスプレイサ側シリンダ5の内部に配設されたディスプレイサ4は、横断面端部形状2aが曲率を有している。

【0025】《第5の実施形態》図5は第5の実施形態のディスプレイサとディスプレイサロッドとディスプレイサ側シリンダの横断面図である。ディスプレイサ4を配設したディスプレイサ側シリンダ5は、横断面端部形状2aが嵌合側において曲率を有している。

【0026】《第6の実施形態》図6は第6の実施形態のディスプレイサとディスプレイサロッドとディスプレイサ側シリンダの横断面図である。ディスプレイサ4とディスプレイサ側シリンダ5は、横断面端部形状2aが嵌合側において同一曲率を有している。

【0027】《第7の実施形態》図7は第7の実施形態のディスプレイサとディスプレイサロッドとピストンの横断面図である。ディスプレイサ4はディスプレイサロッド6の一端に固定され、ピストン穴7を貫通するディスプレイサロッド6の他端は、横断面端部形状2aが曲率を有している。

【0028】《第8の実施形態》図8は第8の実施形態のディスプレイサとディスプレイサロッドとピストンの横断面図である。ディスプレイサ4はディスプレイサロッド6の一端に固定され、ディスプレイサロッド6が貫通するピストン穴7は、横断面端部形状2aが曲率を有している。

【0029】《第9の実施形態》図9は第9の実施形態のディスプレイサとディスプレイサロッドとピストンの横断面図である。ディスプレイサ4はディスプレイサロッド6の一端に固定され、ピストン穴7とピストン穴7を貫通するディスプレイサロッド6の他端とは、横断面端部形状2aが同一曲率を有している。

【0030】第1～第9の実施形態において、各摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品の曲率を有した横断面端部形状は、摺動範囲や組み立て方法により、片側又は両

側に形成する。つまり、摺動時や組み立て時に接触する摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品の端部に曲率を設ければよい。なお、摺動部品の両側端部に曲率を設ける場合は、それらを同一曲率にすることにより、さらに運転時の端部への応力集中が緩和される。

【0031】《第10の実施形態》図10は第10の実施形態であり、第3、第6、第9の実施形態を備えたフリーピストン型スターリング冷凍機の横断面図である。嵌合する、ピストン1とピストン側シリンダ3、ディスプレイサ4とディスプレイサ側シリンダ5、ディスプレイサロッド6とピストン穴7の横断面端部形状2aがそれぞれ同曲率を有している。その他の部品構成は図12の従来品と同様である。本実施形態は第1～第9の実施形態を組み合わせたものであるから、運転時の安定性が最も優れており、外部動力の入力も最小限に抑えられる。

【0032】《第11の実施形態》図11は第11の実施形態のガスベアリングパッドの横断面図である。ガスベアリングパッド8aの横断面端部形状2aが曲率を有している。なお、ガスベアリングパッド8aの形成場所は、摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品の摺動面であれば特に限定はない。

【0033】なお、第1～第11の実施形態の各摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品は従来品と同様の局所構造を有しているため、ガス圧縮能力としては従来の摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品とほとんど差異はない。しかしながら、本発明では摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品の端部に曲率を設けることにより、従来問題であった外乱等による端部への応力集中が緩和され、長寿命化、外部動力の入力ロス低下を実現し、さらに、組み立て性に優れた摺動部構造を実現している。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば、摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品の横断面端部形状が、嵌合側において曲率を有していることにより、嵌合部のクリアランスが小さい場合でも、組み立て時に各部品端部を損傷することなく嵌合位置を合わせられ、組み立て易くなる。さらに、外乱による摺動部品端部又は摺動部品に嵌合する部品端部への応力集中を緩和することができるので、安定して高い性能を有するとともに、長寿命化を実現する。

【0035】そして、各摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品の端部を直角にするとバリが発生し、また、直角又は面取り加工にしていると、薄膜表面処理を施した場合に表面張力等により部品端部は盛り上がるが、曲率を設けることにより、バリの発生や表面処理材の盛り上がりを防止できる。その結果、出力ロスの軽減や摺動部表面への損傷を抑制できる。

【0036】また、本発明によれば、摺動時に端部が互いに接触する摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品の横断面端部が同一曲率を有している。そのため、動作開始

時や動作中に、外乱などにより摺動部品に傾きが生じた場合、両部品の端部で均等に応力を分散することができるので、出力ロスの軽減や摺動部表面への損傷を抑制できる。

【0037】また、本発明によれば、摺動部品又は摺動部品に嵌合する部品の横断面端部が、嵌合側において曲率を有していることにより、作動ガス圧縮時に作動ガスが嵌合部のクリアランスに流入し易くなりガスベアリングの効果が得られる。その結果、ガスベアリングパッドやオリフィスをなくすことができ、部品の簡易化、コスト削減が可能となる。さらに、オリフィスからのガス供給が不要となることで、外部動力の入力を小さくできるため、製品としての性能向上ともなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態のピストンとピストン側シリンダの横断面図である。

【図2】 本発明の第2の実施形態のピストンとピストン側シリンダの横断面図である。

【図3】 本発明の第3の実施形態のピストンとピストン側シリンダの横断面図である。

【図4】 本発明の第4の実施形態のディスプレイサとディスプレイサロッドとディスプレイサ側シリンダの横断面図である。

【図5】 本発明の第5の実施形態のディスプレイサとディスプレイサロッドとディスプレイサ側シリンダの横断面図である。

【図6】 本発明の第6の実施形態のディスプレイサとディスプレイサロッドとディスプレイサ側シリンダの横断面図である。

【図7】 本発明の第7の実施形態のディスプレイサ 30

*サとディスプレイサロッドとピストンの横断面図である。

【図8】 本発明の第8の実施形態のディスプレイサとディスプレイサロッドとピストンの横断面図である。

【図9】 本発明の第9の実施形態のディスプレイサとディスプレイサロッドとピストンの横断面図である。

【図10】 本発明の第10の実施形態のフリーピストン型スターリング冷凍機の横断面図である。

【図11】 本発明の第11の実施形態のガスベアリングパッドの横断面図である。

【図12】 従来のフリーピストン型スターリング冷凍機の横断面図である。

【図13】 従来のピストンの横断面図である。

【図14】 従来の他のピストンの横断面図である。

【図15】 従来のピストンとガスベアリングパッドを設けたピストン側シリンダの横断面図である。

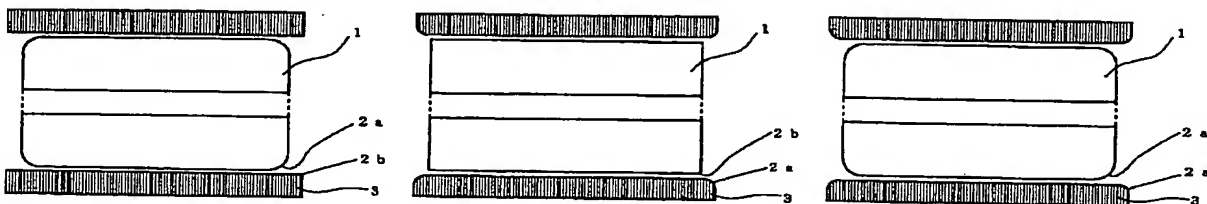
【符号の説明】

- 1 ピストン
- 2 a、2 b、2 c 横断面端部形状
- 3 ピストン側シリンダ
- 4 ディスプレーサ
- 5 ディスプレーサ側シリンダ
- 6 ディスプレーサロッド
- 7 ピストン穴
- 8 a、8 b ガスベアリングパッド
- 18 シリンダ内壁面
- 19 フリーピストン型スターリング冷凍機

【図1】

【図2】

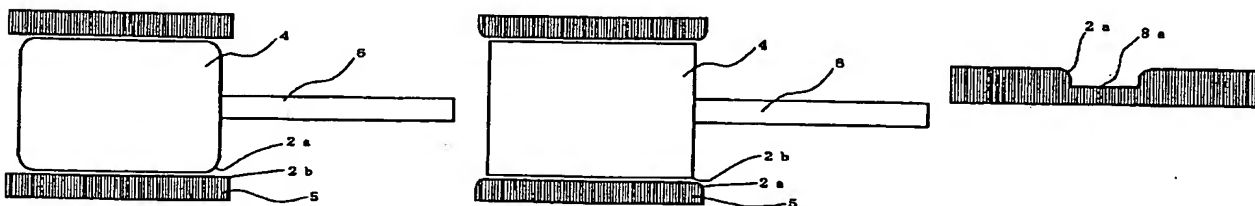
【図3】



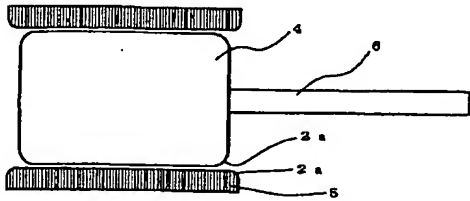
【図4】

【図5】

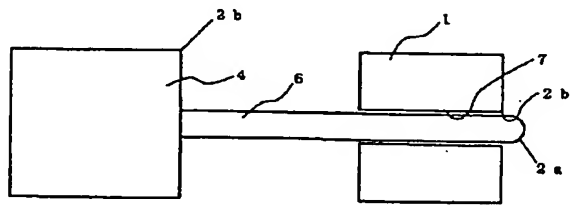
【図11】



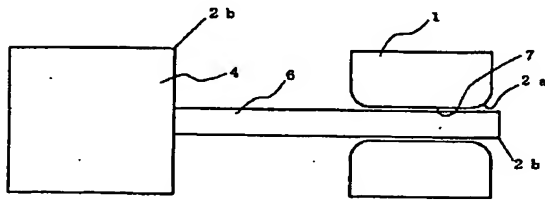
【図6】



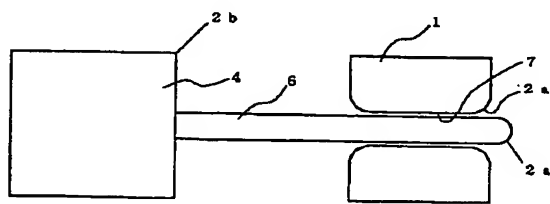
【図7】



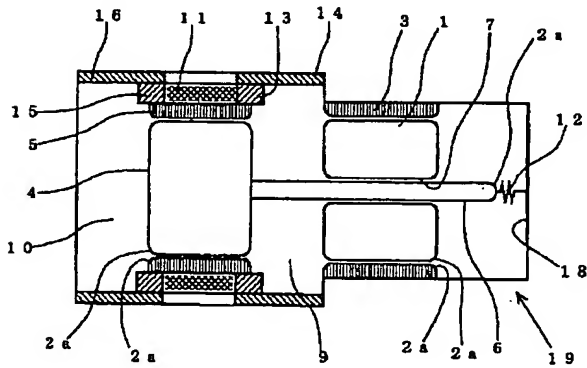
【図8】



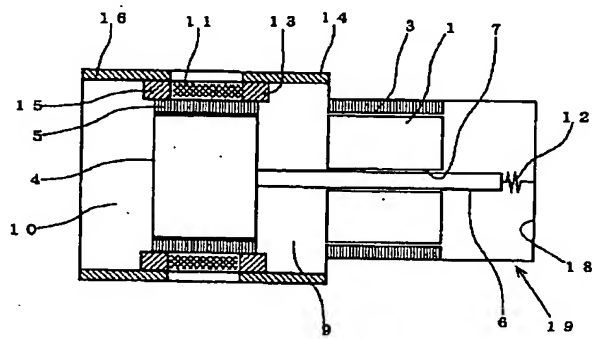
【図9】



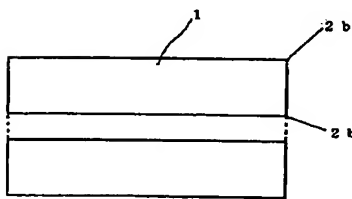
【図10】



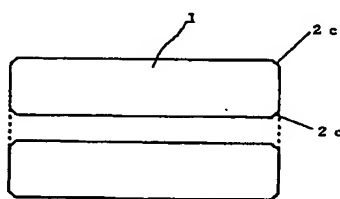
【図12】



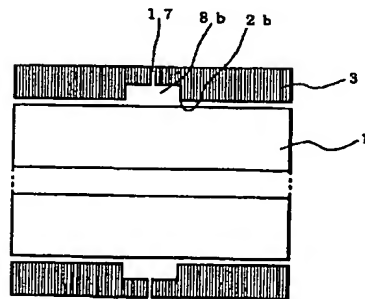
【図13】



【図14】



【図15】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.